

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-99923

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月13日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

B 6 0 T 8/24  
8/58

識別記号

F I

B 6 0 T 8/24  
8/58

Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平9-267115

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月30日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 岡崎 晴樹

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(72) 発明者 渡辺 嘉寛

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(72) 発明者 望月 浩孝

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(74) 代理人 弁理士 青山 稔 (外1名)

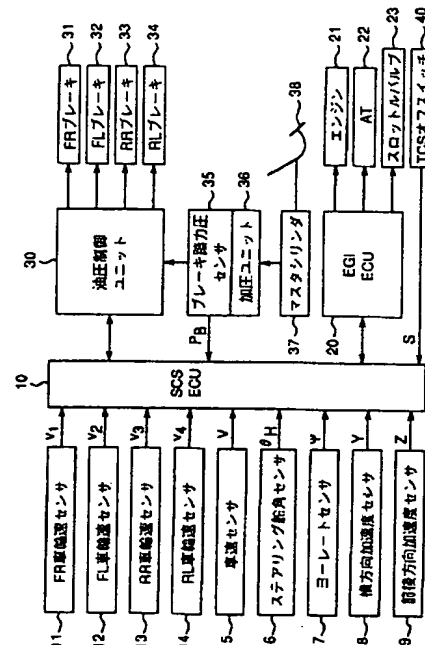
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の姿勢制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ドライバーの運転技量等に応じて臨機応変に姿勢制御を行うことができる車両の姿勢制御装置を提供する。

【解決手段】 SCS・ECU10は、車両の走行状態に応じて設定される目標ヨーレートと、該車両において実測される実ヨーレートとの間の偏差であるヨーレート偏差の経時的平均値が、所定の第1基準値よりも小さいときにはドライバーの運転技量が比較的高いものと推測し、ヨーレート制御開始しきい値ないしは横滑り角制御開始しきい値を増加方向に補正するとともに、ヨーレート制御ないしは横滑り角制御の初期補正量を減少方向に補正して、ドライバーの操縦の自由度を高めるようにしている。これにより、走行安定性を確保しつつ、ドライバーの運転技量あるいは心理状態に応じて臨機応変に適切なSCS制御を行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両走行時に、各車輪に設けられた制動装置をそれぞれ独立に制御することにより、車両の所定の姿勢状態量を目標値に追従させて該車両を姿勢制御する車両の姿勢制御装置において、

車両の走行状態に応じて設定される姿勢状態量目標値と、該車両において実測される姿勢状態量実測値との間の偏差が所定の制御開始しきい値以上となったときに姿勢制御を開始させる姿勢制御手段と、

上記姿勢状態量目標値と上記姿勢状態量実測値との間の偏差の代表値が所定の第1の基準値よりも小さいときには、上記制御開始しきい値を増加方向に補正する補正制御手段とが設けられていることを特徴とする車両の姿勢制御装置。

【請求項2】 上記補正制御手段が、上記偏差の代表値が上記第1の基準値よりも小さいときには、上記制御開始しきい値を増加方向に補正するとともに、姿勢制御における初期制御量を減少方向に補正するようになっていることを特徴とする請求項1に記載された車両の姿勢制御装置。

【請求項3】 上記補正制御手段が、上記偏差の代表値が、上記第1の基準値よりも大きい所定の第2の基準値よりも大きいときには、上記制御開始しきい値を減少方向に補正するようになっていることを特徴とする請求項1又は2に記載された車両の姿勢制御装置。

【請求項4】 上記偏差の代表値が、姿勢状態量目標値の平均値と姿勢状態量実測値の平均値との差であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載された車両の姿勢制御装置。

【請求項5】 上記補正制御手段が、イグニッションスイッチがオフされたときに、上記の制御開始しきい値又は初期制御量の補正処理をリセットするようになっていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載された車両の姿勢制御装置。

【請求項6】 上記補正制御手段が、車速が所定値以下となったときに、上記の制御開始しきい値又は初期制御量の補正処理をリセットするようになっていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載された車両の姿勢制御装置。

【請求項7】 上記補正制御手段が、車両の旋回走行が終了したときに、上記の制御開始しきい値又は初期制御量の補正処理をリセットするようになっていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載された車両の姿勢制御装置。

【請求項8】 上記姿勢状態量がヨーレートであることを特徴とする請求項1～7のいずれか1つに記載された車両の姿勢制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、旋回走行時、緊急

の障害物回避時あるいは路面状況急変時等において車両のドリフトアウトやスピンを抑制するための車両の姿勢制御装置に関するものであって、とくにドライバーの運転技量等に応じて姿勢制御の制御特性を補正するようにした車両の姿勢制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、車両の旋回走行時等において一部の車輪のグリップ力が限界に達すると、車両の走行安定性が悪くなる。例えば、旋回走行時に前輪のグリップ力が限界に達すると、車両はドライバーの意図する旋回コースに沿って旋回することができず、旋回コースの外側にはみ出るといった現象いわゆるドリフトアウトを起こすことが多い。他方、後輪のグリップ力が限界に達すると、車両が旋回コースの内側に巻き込まれるように自転するといった現象いわゆるスピンを起こすことが多い。

【0003】そこで、近年、走行中の車両のヨーレートやステアリング舵角等の車両の状態量に基づいて、旋回走行時、緊急の障害物回避時あるいは路面状況急変時等における車両のドリフトアウトやスピンを抑制する姿勢制御装置を備えた車両が数多く提案されている。例えば、特開平6-69230号公報には、目標ヨーレートに応じた姿勢制御時に、目標ヨーレートを横滑り角に応じて規制するようにしたものが開示されている。また、本願出願人にかかる特願平9-186977号の明細書中には、車両の状態量に応じてヨーレート制御又は横滑り角制御を行うようにした上で、ヨーレート制御から横滑り角制御に移行する際の制御ショックを緩和するようにした車両の姿勢制御装置が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような姿勢制御装置を備えた従来の車両においては、ドリフトアウトあるいはスピンの発生が未然にかつ自動的に抑制されるので、車両の走行安定性ないしは操縦性が高められるといった利点はあるものの、かかる姿勢制御がかえってドライバーの自由な操縦の足かせとなる場合もある。例えば、運転技量が比較的高いドライバーの場合は、車両を故意にスピンさせて急旋回（例えばスピターン）するといった運転を行う場合もある。また、摩擦係数が非常に低い路面例えば雪道を走行するのに慣れているドライバーの場合は、車両を適宜軽くスピンさせる方が円滑な運転を行うことができることが多い。しかしながら、このような場合、姿勢制御装置を備えた従来の車両では、自動的に姿勢制御が実行されてスピンの発生が抑制されるので、スピンを利用して走行することはできない。

【0005】他方、運転技量がさほど高くないドライバーの場合は、スピンを利用するなどといった技量を世する運転を行うことはあまりないので、より積極的に姿勢制御を実行して走行安定性を高めるのが好ましい。しか

しながら、従来の姿勢制御装置では、ドライバーの運転技量に応じて臨機応変に姿勢制御を行うことはできないといった問題がある。

【0006】本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたものであって、ドライバーの運転技量等に応じて臨機応変に姿勢制御を行うことができる車両の姿勢制御装置を提供することを解決すべき課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決すべくなされた本発明は、車両走行時に、各車輪に設けられた制動装置をそれぞれ独立に制御することにより、車両の所定の姿勢状態量を目標値に追従させて該車両を姿勢制御する車両の姿勢制御装置において、(a)車両の走行状態に応じて設定される姿勢状態量目標値と、該車両において実測される姿勢状態量実測値との間の偏差(以下、これを「姿勢状態量偏差」という)が所定の制御開始しきい値以上となったときに姿勢制御を開始させる姿勢制御手段と、(b)姿勢状態量偏差の代表値が所定の第1の基準値よりも小さいときには、制御開始しきい値を増加方向に補正する補正制御手段とが設けられていることを特徴とするものである。ここで、車両の姿勢状態量としては、例えばヨーレートがあげられる。

【0008】この姿勢制御装置においては、姿勢状態量偏差、例えばヨーレート偏差の代表値が第1の基準値よりも小さいとき、すなわち姿勢状態量実測値が姿勢状態量目標値に比較的好く追従しており、したがってドライバーの運転技量が比較的高いものと推測されるときには、姿勢制御の制御開始しきい値が高くなるので、姿勢制御が起りにくくなる。したがって、ドライバーの車両操縦の自由度が高くなり、例えばスピンを利用して急旋回し、あるいはスピンを利用して摩擦係数の非常に低い路面例えば雪道を円滑に走行するなどといった技量を要する運転を行うことが可能となる。なお、この場合でも、姿勢状態量偏差が、補正により高められた制御開始しきい値以上になれば姿勢制御が開始されるので、走行安定性は確保される。

【0009】他方、姿勢状態量偏差の代表値が第1の基準値以上のとき、すなわち姿勢状態量実測値が姿勢状態量目標値にあまり追従せず、したがってドライバーの運転技量が比較的低いものと推測されるときには、制御開始しきい値は補正されないので、姿勢制御が比較的起りやすくなり車両の走行安定性が十分に高められる。つまり、この姿勢制御装置では、ドライバーの運転技量あるいは心理状態に応じて臨機応変に適切な姿勢制御が行われる。

【0010】上記姿勢制御装置においては、補正制御手段が、姿勢状態量偏差の代表値が第1の基準値よりも小さいときには、制御開始しきい値を増加方向に補正するとともに、姿勢制御における初期制御量(初期補正量)を減少方向に補正するのが好ましい。このようにすれ

ば、姿勢状態量偏差の代表値が第1の基準値よりも小さいとき、すなわちドライバーの運転技量が比較的高いものと推測される場合において、姿勢制御が開始されたときでも、姿勢制御初期における制御量が比較的小さいので、ドライバーの操縦の自由度が高くなり、該ドライバーの要求により合致した操縦が可能となる。また、姿勢制御開始時に急激な姿勢制御が起らないので、違和感が生じない。

【0011】また、上記姿勢制御装置においては、補正制御手段が、姿勢状態量偏差の代表値が、第1の基準値よりも大きい所定の第2の基準値よりも大きいときには、制御開始しきい値を減少方向に補正するようになっているのが好ましい。このようにすれば、姿勢状態量偏差の代表値が第2の基準値より大きいとき、すなわちドライバーの運転技量がかなり低いものと推測されるときには、制御開始しきい値が減少方向に補正されるので、姿勢制御がより起りやすくなり、運転技量がかなり低いドライバーに相応して車両の走行安定性が高められる。

【0012】上記姿勢制御装置においては、姿勢状態量偏差の代表値は、時々刻々に変化する偏差ではなく、ドライバーの運転技量を推定することが可能な程度に継続的ないしは普遍的なもので、例えば姿勢状態量目標値の平均値と姿勢状態量実測値の平均値との差であるのが好ましい。時々刻々の偏差からは、ドライバーの運転技量を判別することができないからである。

【0013】上記姿勢制御装置においては、ドライバーが交代する可能性がある状況が発生したとき、例えばイグニッションスイッチがオフされたとき、車両が停止したときには、制御開始しきい値又は初期制御量の補正処理をリセットするのが好ましい。ドライバーが交代した場合は、該ドライバー用に姿勢状態量偏差の代表値を更新する必要があるからである。また、車両の走行状況ないしは走行環境が比較的大きく変化したとき、例えば車速が所定値以下となったとき、あるいは車両の旋回走行が終了したときにも、制御開始しきい値又は初期制御量の補正処理をリセットするのが好ましい。このような場合には、ドライバーの運転状態ないしは心理状態が変化する可能性があるので、姿勢状態量偏差の代表値を更新するのが好ましいからである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付の図面を参照しつつ具体的に説明する。

【姿勢制御装置の制御ブロック構成】まず、この実施の形態にかかる車両の姿勢制御装置の制御ブロック構成を説明する。図1は、本発明の実施の形態にかかる車両の姿勢制御装置の制御ブロックの全体構成を示す図である。

【0015】図1に示すように、この姿勢制御装置は、例えば、車両のコーナリング時や緊急の障害物回避時や路面状況急変時等において、走行中の車両の横滑りやス

ピンを抑制するために前後左右の各車輪への制動力を制御するものである。各車輪には、それぞれ、油圧ディスクブレーキ等からなるFR(右前輪)ブレーキ31と、FL(左前輪)ブレーキ32と、RR(右後輪)ブレーキ33と、RL(左後輪)ブレーキ34とが設けられている。これらのFR、FL、RR、RLブレーキ31～34は、それぞれ油圧制御ユニット30に接続されている。油圧制御ユニット30は、FR、FL、RR、RLブレーキ31～34の各ホイールシリンダ(図示せず)に接続され、各ブレーキ31～34のホイールシリンダに油圧を導入することにより各車輪に制動力を付加する。油圧制御ユニット30は、加圧ユニット36及びマスタシリンダ37に接続されている。マスタシリンダ37は、ブレーキペダル38の踏力圧に応じて1次油圧を発生させる。この1次油圧は、加圧ユニット36に導入され、加圧ユニット36で2次油圧に加圧されて油圧制御ユニット30に導入される。油圧制御ユニット30は、SCS・ECU10に電気的に接続され、SCS・ECU10からの制動制御信号に応じて、FR、FL、RR、RLブレーキ31～34への油圧を配分制御して各車輪への制動力を制御する。

【0016】SCS(STABILITY CONTROLLED SYSTEM)・ECU(ELECTRONIC CONTROLLED UNIT)10は、この実施の形態の姿勢制御装置として前後・左右の各車輪への制動制御を可するとともに、従来より周知のABS(アンチロック・ブレーキ・システム)制御やTCS(トラクション・コントロール・システム)制御をも可する演算処理装置である。SCS・ECU10には、FR車輪速センサ11と、FL車輪速センサ12と、RR車輪速センサ13と、RL車輪速センサ14と、車速センサ15と、ステアリング舵角センサ16と、ヨーレートセンサ17と、横方向加速度センサ18と、前後方向加速度センサ19と、ブレーキ踏力圧センサ35と、EGIECU20と、TCSオフスイッチ40とが接続されている。

【0017】ABS制御及びTCS制御の概要を説明する。ABS制御とは、車両走行中に急ブレーキ操作がなされて、車輪が路面に対してロックしそうな場合に車輪への制動力を自動的に制御して車輪のロックを抑制しながら車両を停止させる制御システムである。TCS制御とは、車両走行中に車輪が路面に対してスリップする現象を各車輪への駆動力あるいは制動力を制御することにより抑制しながら車両を走行させる制御システムである。

【0018】FR車輪速センサ11は、右前輪の車輪速度の検出信号 $v_1$ をSCS・ECU10に出力する。FL車輪速センサ12は、左前輪の車輪速度の検出信号 $v_2$ をSCS・ECU10に出力する。RR車輪速センサ13は、右後輪の車輪速度の検出信号 $v_3$ をSCS・ECU10に出力する。RL車輪速センサ14は、左後輪の車輪速度の検出信号 $v_4$ をSCS・ECU10に出力する。車

速センサ15は、車両の走行速度の検出信号 $V$ をSCS・ECU10に出力する。ステアリング舵角センサ16は、ステアリング回転角の検出信号 $\theta_H$ をSCS・ECU10に出力する。ヨーレートセンサ17は、車体に実際に発生するヨーレートの検出信号 $\psi$ をSCS・ECU10に出力する。横方向加速度センサ18は、車体に実際に発生する横方向加速度の検出信号 $Y$ をSCS・ECU10に出力する。前後方向加速度センサ19は、車体に実際に発生する前後方向加速度の検出信号 $Z$ をSCS・ECU10に出力する。ブレーキ踏力圧センサ35は、加圧ユニット36に設けられ、ブレーキペダル38の踏力圧の検出信号 $P_B$ をSCS・ECU10に出力する。TCSオフスイッチ40は、後述するが車輪のスピン制御(トラクション制御)を強制的に停止するスイッチであり、このスイッチ操作信号 $S$ をSCS・ECU10に出力する。

【0019】EGI(ELECTRONIC GASOLINE INJECTION)・ECU20は、エンジン21と、AT22(AUTOMATIC TRANSMISSION)と、スロットルバルブ23とに接続され、エンジン21の出力制御と、AT22の変速制御と、スロットルバルブ23の開閉制御とを司っている。SCS・ECU10及びEGI・ECU20は、CPU、ROM、RAMを含み、入力された上記各検出信号に基づいて予め記憶された姿勢制御プログラムやエンジン制御プログラムを実行する。

【0020】[姿勢制御の概略説明]この実施の形態の姿勢制御は、各車輪を制動制御することにより車体に旋回モーメントと減速力を加えて前輪あるいは後輪の横滑りを抑制するものである。例えば、車両の旋回走行中に、後輪が横滑りしそうな時(スピン)には主に前外輪にブレーキを付加し外向きモーメントを加えて旋回内側への巻き込み挙動を抑制する。また、前輪が横滑りして旋回外側に横滑りしそうな時(ドリフトアウト)には各車輪に適量のブレーキを付加し内向きモーメントを加えるとともに、エンジン出力を抑制し減速力を付加することにより旋回半径の増大を抑制する。

【0021】姿勢制御の詳細については後述するが、概説すると、SCS・ECU10は、上述した車速センサ15、ヨーレートセンサ17及び横方向加速度センサ18の検出信号 $V$ 、 $\psi$ 及び $Y$ から車両に発生している実際の横滑り角(以下、実横滑り角という) $\beta_{act}$ 及び実際のヨーレート(以下、実ヨーレートという) $\psi_{act}$ を演算するとともに、実横滑り角 $\beta_{act}$ からSCS制御に実際に利用される推定横滑り角 $\beta_{cont}$ の演算において参照される参照値 $\beta_{ref}$ を演算する。また、SCS・ECU10は、ステアリング舵角センサ16等の検出信号から車両の目標とすべき姿勢として目標横滑り角 $\beta_{TR}$ 及び目標ヨーレート $\psi_{TR}$ を演算し、推定横滑り角 $\beta_{cont}$ と目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の差あるいは実ヨーレート $\psi_{act}$ と目標ヨーレート $\psi_{TR}$ の差が所定しきい値 $\beta_0$ 、 $\psi_0$ を越えたときに姿

勢制御を開始し、推定実横滑り角 $\beta_{cont}$ あるいは実ヨーレート $\dot{\psi}_{act}$ が目標横滑り角 $\beta_{TR}$ あるいは目標ヨーレート $\dot{\psi}_{TR}$ に収束するように制御する。

【0022】〔姿勢制御の詳細説明〕次に、この実施の形態の姿勢制御(以下、SCS制御という)について詳細に説明する。図2は、この実施の形態の姿勢制御を実行するための全体的動作を示すフローチャートである。図2に示すように、まず、運転者によりイグニッションスイッチがオンされてエンジンが始動されると、ステップS2でSCS・ECU10とEGI・ECU20とが初期設定され、前回の処理で記憶しているセンサ検出信号や演算値等をクリアする。ステップS4では、SCS・ECU10は上述のFR車輪速センサ11の検出信号 $v_1$ と、FL車輪速センサ12の検出信号 $v_2$ と、RR車輪速センサ13の検出信号 $v_3$ と、RL車輪速センサ14の検出信号 $v_4$ と、車速センサ15の検出信号 $V$ と、ステアリング舵角センサ16の検出信号 $\theta_H$ と、ヨーレートセンサ17の検出信号 $\dot{\psi}$ と、横方向加速度センサ18の検出信号 $Y$ と、前後方向加速度センサ19の検出信号 $Z$ と、ブレーキ踏力圧センサ35の検出信号 $P_B$ と、TCSオフスイッチ40のスイッチ操作信号 $S$ とを入力する。ステップS6では、SCS・ECU10は上述の各検出信号に基づいて車両状態量を演算する。ステップS7では、車両状態量に基づいて車輪速補正処理を実行する。ステップS8ではSCS・ECU10は、ステップS6で演算された車両状態量から、SCS制御に必要なSCS制御目標値や制御出力値を演算する。同様に、ステップS10では、ABS制御に必要なABS制御目標値や制御出力値等を演算し、ステップS12では、TCS制御に必要なTCS制御目標値や制御出力値等を演算する。

【0023】ステップS14では、ステップS8～ステップS12で演算された各制御出力値の制御出力調停処理を実行する。この制御出力調停処理では、SCS制御出力値と、ABS制御出力値と、TCS制御出力値とをそれぞれ比較し、最も大きな値に対応した制御に移行さ

$$\Delta\beta_{act} = -\dot{\psi}_{act} + Y_{act} / V \dots\dots\dots \text{式1}$$

【0026】次に、ステップS34では、SCS・ECU10はSCS制御に実際に利用される推定横滑り角 $\beta_{cont}$ の演算において参照される参照値 $\beta_{ref}$ を演算する。この参照値 $\beta_{ref}$ は、車両諸元と、車両状態量(車速 $V$ 、ヨーレート $\dot{\psi}_{act}$ 、実横方向加速度 $Y_{act}$ 、実横滑り角 $\beta_{act}$ の変化速度 $\Delta\beta_{act}$ 、ヨーレート $\dot{\psi}_{act}$ の変化量(微分値) $\Delta\dot{\psi}_{act}$ )、ブレーキにより生じるヨーモーメントの推定値 $D1$ 、ブレーキにより生じる横方向の力の低下量の推定値 $D2$ に基づいて2自由度モデルを流用して

$$\Delta\beta_{cont} = \Delta\beta_{act} + e + C_f \cdot (\beta_{ref} - \beta_{cont}) \dots\dots\dots \text{式2}$$

【数3】

$$\Delta e = C_f \cdot (\Delta\beta_{ref} - \Delta\beta_{act} - e) \dots\dots\dots \text{式3}$$

但し

せる。また、後述するが、SCS制御出力値とABS制御出力値との調停処理は、運転者のブレーキ踏力 $P_B$ の大きさに応じて実行される。すなわち、ステップS14において、ABS制御出力値が最も大きな値の場合にはステップS16でABS制御出力値に基づいてABS制御が実行され、SCS制御出力値が最も大きな値の場合にはステップS18でSCS制御出力値に基づいてSCS制御が実行され、TCS制御出力値が最も大きな値の場合にはステップS20でTCS制御出力値に基づいてTCS制御が実行される。この後、ステップS22では、SCS・ECU10は油圧制御ユニット30等が正常に動作しているか否かのフェイルセーフ判定を行い、もし異常があると判定した場合には、その異常箇所に対応する制御を中止して、ステップS2にリターンして上述の処理を繰り返し実行する。

【0024】〔SCS演算処理の説明〕次に、図2のステップS8に示すSCS演算処理の詳細について説明する。なお、ステップS10及びS12のABS制御演算処理及びTCS制御演算処理については周知の技術であるのでその詳しい説明は省略する。図3は、図2のSCS演算処理を実行するためのフローチャートである。

【0025】図3に示すように、処理が開始されると、ステップS30でSCS・ECU10は、FR車輪速 $v_1$ と、FL車輪速 $v_2$ と、RR車輪速 $v_3$ と、RL車輪速 $v_4$ と、車速 $V$ と、ステアリング舵角 $\theta_H$ と、実ヨーレート $\dot{\psi}_{act}$ と、実横方向加速度 $Y_{act}$ とを入力する。ステップS32では、SCS・ECU10は車両に発生する垂直荷重を演算する。この垂直荷重は車速 $V$ 、横方向加速度 $Y$ から周知の数学的手法により推定演算される。ステップS33ではSCS・ECU10は車両に実際に発生する実横滑り角 $\beta_{act}$ を演算する。実横滑り角 $\beta_{act}$ は、実横滑り角 $\beta_{act}$ の変化速度 $\Delta\beta_{act}$ を積分することにより演算される。また、 $\Delta\beta_{act}$ は、次の式1により算出される。

【数1】

演算される。この参照値 $\beta_{ref}$ は、要するに、検出された車両状態量及びブレーキ操作力に基づいて推定される横滑り角を演算している。

【0027】この後、ステップS35では、SCS・ECU10はSCS制御に実際に利用される推定横滑り角 $\beta_{cont}$ を演算する。この推定横滑り角 $\beta_{cont}$ は、次の式2及び式3から導かれる微分方程式を解くことにより算出される。

【数2】

$e$ :ヨーレートセンサと横方向加速度センサのオフセット

ト修正値

$C_f$ : カットオフ周波数

【0028】また、後で詳述するとおり、カットオフ周波数 $C_f$ は、推定横滑り角 $\beta_{cont}$ を参照値 $\beta_{ref}$ の信頼性に応じてこの参照値 $\beta_{ref}$ に収束するように補正して、推定横滑り角 $\beta_{cont}$ に発生する積分誤差をリセットする際の補正速度の変更ファクタとなり、参照値 $\beta_{ref}$ の信頼性が低いほど小さくなるように補正される係数である。また、参照値 $\beta_{ref}$ の信頼性が低くなるのは前輪のコーナリングパワー $C_{pf}$ あるいは後輪のコーナリングパワー $C_{pr}$ に変化が生じたときである。

【0029】ステップS36では、SCS・ECU10は各車輪の車輪スリップ率及び車輪スリップ角を演算する。車輪スリップ率及び車輪スリップ角は、各車輪の車輪速 $v_1 \sim v_4$ と、車速 $V$ と、推定横滑り角 $\beta_{cont}$ と、前輪ステアリング舵角 $\theta_H$ とから周知の数学的手法により推定演算される。ステップS38では、SCS・ECU10は各車輪への負荷率を演算する。車輪負荷率は、ステ

$$\beta_x = 1 / (1 + A \cdot V^2) \cdot \{1 - (M \cdot L_f \cdot V^2) / (2L \cdot L_r \cdot C_{pr})\} \cdot L_r \cdot \theta_H / L \quad \text{式4}$$

【数5】

$$A = M \cdot (C_{pr} \cdot L_r - C_{pf} \cdot L_f) / 2L^2 \cdot C_{pr} \cdot C_{pf} \quad \text{式5}$$

【数6】

$$\Delta \beta_{TR} = C \cdot (\beta_x - \beta_{TR}) \quad \text{式6}$$

但し

$V$ : 車速

$\theta_H$ : 前輪ステアリング舵角

$M$ : 車体質量

$I$ : 慣性モーメント

$L$ : ホイルベース

$L_f$ : 前輪から車体重心までの距離

$L_r$ : 後輪から車体重心までの距離

$C_{pf}$ : 前輪のコーナリングパワー

$C_{pr}$ : 後輪のコーナリングパワー

$C$ : 位相遅れに相当する値

【0031】次に、図4に示すステップS44で、SCS・ECU10は、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ から推定横滑り角 $\beta_{cont}$ を減算した値の絶対値がSCS制御開始しきい値 $\beta_0$ 以上か否かを判定する( $|\beta_{TR} - \beta_{cont}| \geq \beta_0$ ?)。ステップS44で目標横滑り角 $\beta_{TR}$ から推定横滑り角 $\beta_{cont}$ を減算した値の絶対値がSCS制御開始しきい値 $\beta_0$ 以上の場合(ステップS44でYES)、ステップS46に進んでSCS制御目標値を目標横滑り角 $\beta_{TR}$ に設定する。一方、ステップS44で目標横滑り角 $\beta_{TR}$ から推定横滑り角 $\beta_{cont}$ を減算した値の絶対値がSCS制御開始しきい値 $\beta_0$ を超えない場合(ステップS44でNO)、ステップS52に進んでSCS・ECU10は、目標ヨーレート $\psi_{TR}$ から実ヨーレート $\psi_{act}$ を減算した値の絶対値がSCS制御開始しきい値 $\psi_0$ 以上か否かを判定する( $|\psi_{TR} - \psi_{act}| \geq \psi_0$ ?)。ステップS52で

ップS36で演算された車輪スリップ率及び車輪スリップ角とステップS32で演算された垂直荷重から周知の数学的手法により推定演算される。ステップS40では、SCS・ECU10は走行中の路面の摩擦係数 $\mu$ を演算する。路面の摩擦係数 $\mu$ は、実横方向加速度 $Y_{act}$ とステップS38で演算された車輪負荷率から周知の数学的手法により推定演算される。次に、ステップS42では、SCS・ECU10は実ヨーレート $\psi_{act}$ 及び推定横滑り角 $\beta_{cont}$ を収束させるべく目標値となる目標ヨーレート $\psi_{TR}$ 、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ を演算する。目標ヨーレート $\psi_{TR}$ は、車速 $V$ と、ステップS40で演算された路面の摩擦係数 $\mu$ と、前輪ステアリング舵角 $\theta_H$ とから周知の数学的手法により推定演算される。

【0030】また、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ は、次の式4及び式5から導かれる式6の微分方程式を解くことにより算出される。

【数4】

目標ヨーレート $\psi_{TR}$ から実ヨーレート $\psi_{act}$ を減算した値の絶対値がSCS制御開始しきい値 $\psi_0$ 以上の場合(ステップS52でYES)、ステップS54に進んでSCS制御目標値を目標ヨーレート $\psi_{TR}$ に設定する。一方、ステップS52で目標ヨーレート $\psi_{TR}$ から実ヨーレート $\psi_{act}$ を減算した値の絶対値がSCS制御開始しきい値 $\psi_0$ を超えない場合(ステップS52でNO)、ステップS30にリターンして上述の処理を繰り返し実行する。

【0032】次に、ステップS50では、SCS・ECU10はSCS制御に実際に利用されるSCS制御量 $\beta_{ant}$ を演算する。また、ステップS56では、SCS・ECU10はSCS制御に実際に利用されるSCS制御量 $\psi_{ant}$ を演算する。

【0033】[SCS制御とABS制御との調停処理]次に、図5～図7を参照しつつSCS制御と、SCS制御とABS制御との調停処理について説明する。図5～図7は、SCS制御とABS制御との調停処理を実行するためのフローチャートである。以下に示す調停処理は、SCS制御開始条件が成立してもABS制御中であればABS制御を優先させ、あるいはABS制御出力値に基づいてSCS制御出力値を補正する。また、SCS制御開始条件とABS制御開始条件とが両方とも成立したときには、運転者のブレーキ踏力 $P_B$ の大きさに応じていずれかの制御が実行される。

【0034】以下、具体的な処理を説明する。図5に示すように、ステップS58では、SCS・ECU10は

SCS制御に用いる油圧制御ユニット30等に故障が発生しているか否かを判定する。ステップS58で故障している場合(ステップS58でYES)、ステップS74に進んでSCS制御を中止して図2中に示すステップS2にリターンして上述の処理を繰り返し実行する。一方、ステップS58で故障していない場合(ステップS58でNO)、ステップS60に進む。ステップS60では、SCS・ECU10はSCS制御フラグF<sub>1</sub>が「1」にセットされているか否かを判定する。SCS制御フラグF<sub>1</sub>は、「1」がセットされているときにはSCS制御実行中であることを表わす。ステップS60でSCS制御フラグF<sub>1</sub>が「1」にセットされている場合(ステップS60でYES)、ステップS76に進んでABS制御フラグF<sub>2</sub>が「1」にセットされているか否かを判定する。ABS制御フラグF<sub>2</sub>は、「1」がセットされているときにABS制御実行中であることを表わす。

【0035】一方、ステップS60でSCS制御フラグF<sub>1</sub>が「1」にセットされていない場合(ステップS60でNO)、ステップS62に進んでABS制御実行中か否かを判定する。ステップS62でABS制御実行中の場合(ステップS62でYES)、後述するステップS80に進む。一方、ステップS62でABS制御実行中でない場合(ステップS62でNO)、ステップS64に進む。ステップS64では、SCS・ECU10はTCS制御実行中か否かを判定する。ステップS64でTCS制御実行中の場合(ステップS64でYES)、ステップS78に進みTCS制御における制動制御を中止して(すなわち、エンジンによるトルクダウン制御のみ実行可能とする)ステップS66に進む。一方、ステップS64でTCS制御実行中でない場合(ステップS62でNO)、ステップS66に進む。

【0036】ステップS66では、SCS・ECU10はSCS制御の対象となる車輪を選択演算し、その選択車輪に配分すべき目標スリップ率を演算し、その目標スリップ率に応じたSCS制御量 $\beta_{act}$ 又は $\psi_{act}$ を演算する。この後、ステップS68では必要なトルクダウン量に応じたエンジン制御量を演算する。そして、ステップS70でSCS制御を実行して、ステップS72でSCS制御フラグF<sub>1</sub>を「1」にセットした後、上述したステップS2にリターンして上述の処理を繰り返し実行する。

【0037】ステップS76でABS制御フラグF<sub>2</sub>が「1」にセットされている場合(ステップS76でYES)、図6中に示すステップS80に進む。ステップS80では、SCS・ECU10はABS制御量をSCS制御量 $\beta_{act}$ 又は $\psi_{act}$ に基づいて補正する。その後、ステップS82では、SCS・ECU10はABS制御が終了したか否かを判定する。ステップS82でABS制御が終了していない(ステップS82でNO)、ステップ

S84でSCS制御フラグF<sub>1</sub>を「1」にセットするとともに、ステップS86でABS制御フラグF<sub>2</sub>を「1」にセットして上述のステップS30にリターンする。一方、ステップS82でABS制御が終了したと判定されたならば(ステップS82でYES)、ステップS88でSCS制御フラグF<sub>1</sub>を「0」にリセットするとともに、ステップS90でABS制御フラグF<sub>2</sub>を「0」にリセットして上述のステップS30にリターンする。

【0038】さらに、ステップS76でABS制御フラグF<sub>2</sub>が「1」にセットされていない場合(ステップS76でNO)、図7に示すステップS92に進む。ステップS92では、SCS・ECU10はブレーキ踏力P<sub>B</sub>が所定のしきい値P<sub>0</sub>以上あるか否かを判定する(P<sub>B</sub>≥P<sub>0</sub>?)。ステップS92で、ブレーキ踏力P<sub>B</sub>が所定のしきい値P<sub>0</sub>以上あると判定されたならば(ステップS92でYES)、ステップS94に進んでSCS制御を中止して、ステップS96でABS制御に切り換える。そして、ステップS98でABS制御フラグF<sub>2</sub>を「1」にセットして上述のステップS30にリターンする。一方、ステップS92でブレーキ踏力P<sub>B</sub>が所定のしきい値P<sub>0</sub>を超えていないと判定されたならば(ステップS92でNO)、ステップS100に進む。ステップS100では、SCS・ECU10はSCS制御が終了したか否かを判定する。ステップS100で、SCS制御が終了していないと判定された場合は(ステップS100でNO)、上述したステップS68にリターンしてその後の処理を実行する。一方、ステップS100でSCS制御が終了したと判定されたならば(ステップS100でYES)、ステップS102でSCS制御フラグF<sub>1</sub>を「0」にリセットするとともに、ステップS104でABS制御フラグF<sub>2</sub>を「0」にリセットして上述のステップS30にリターンする。

【0039】[車輪速補正処理の説明]次に、図2のステップS7に示す車輪速補正処理の詳細について説明する。図8は、図2の車輪速補正処理を実行するためのフローチャートである。図9は、車輪速補正手順を示す模式図である。例えば、バンク対応時に用いる補助車輪(以下、これを「テンバ車輪」という)はノーマル車輪よりその径が約5~15%小さく、他のノーマルタイヤに比べて車輪速が高くなる。車輪速補正処理は、このようなテンバ車輪やノーマル車輪の径のばらつきによる弊害を取り除くために実行される。その弊害とは以下に示すとおりである。

【0040】①ABS制御では、1輪だけ車輪速が高いと基準となる車速が持ち上がってテンバ車輪以外のノーマル車輪がロック傾向にあると誤判定してしまう。

②TCS制御では、駆動輪にテンバ車輪が装着されていると、他方の駆動輪であるノーマル車輪がスピンしていると誤判定してしまう。

③ノーマル車輪ではその径に最大5%の誤差があり、この誤差に基づく車輪速のばらつきがSCS制御に影響する。

【0041】図8に示すように、処理が開始されると、ステップS110で、SCS・ECU10はFR車輪速 $v_1$ と、FL車輪速 $v_2$ と、RR車輪速 $v_3$ と、RL車輪速 $v_4$ とを入力する。ステップS112では、SCS・ECU10は車両が定常走行中か否かを判定する。ここで、定常走行中とは、車輪速度の信頼性が低下するような極端な加減速時やコーナ走行時ではない状態を表している。ステップS112で定常走行中でないと判定された場合(ステップS112でNO)、ステップS110にリターンする。また、ステップS112で定常走行中であると判定された場合(ステップS112でYES)、ステップS114に進んでSCS・ECU10はFR車輪速 $v_1$ 、FL車輪速 $v_2$ 、RR車輪速 $v_3$ 及びRL車輪速 $v_4$ のいずれかが所定のしきい値 $v_a$ 以上であるか否かを判定する。ステップS114でいずれか1輪の車輪速が所定のしきい値 $v_a$ 以上であると判定された場合は(ステップS114でYES)、ステップS116に進む。一方、ステップS114でいずれも所定のしきい値を超えていないと判定された場合(ステップS114でNO)、ステップS122に進んでノーマル車輪に対する車輪速補正を実行する。

【0042】ステップS116では、SCS・ECU10は1輪の車輪速のみが所定のしきい値以上である状態が所定時間継続したか否かを判定する。ステップS116で1輪の車輪速のみが所定のしきい値以上である状態が所定時間継続していると判定された場合は(ステップS116でYES)、ステップS118に進む。一方、ステップS116で、1輪の車輪速のみが所定のしきい値以上である状態が所定時間継続しなかったと判定された場合は(ステップS116でNO)、ステップS122に進んでノーマル車輪に対する車輪速補正を実行する。ステップS118では、SCS・ECU10は1輪の車輪速のみが所定のしきい値以上である状態が所定時間継続したのでその1輪はテンバ車輪であると判定する。そして、ステップS120で、SCS・ECU10はテンバ車輪に対する車輪速補正を実行する。

【0043】ノーマル車輪あるいはテンバ車輪に対する車輪速補正は、図9に示す①～③の手順で実行される。すなわち、①FR車輪速を基準としてRR車輪速を補正し、次に、②FR車輪速を基準としてFL車輪速を補正し、最後に③FL車輪速を基準としてRL車輪速を補正する。但し、FR車輪がテンバ車輪である場合は、基準となる車輪は他の車輪に設定する。以下の説明において、図4のステップS44からS46へ進み、それ以降の処理を横滑り角制御、ステップS52からS54へ進み、それ以降の処理をヨーレート制御と称する。

【0044】横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ の補正処

理]以下、図4のステップS44で参照する横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ の補正処理について説明する。図10は、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ の補正処理を実行するためのフローチャートである。図11は、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ をステアリング舵角 $\theta_H$ に応じて補正するためのマップを示す図である。図12～図14は、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ をステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度に応じて補正するためのマップを示す図である。

【0045】図4のステップS52、S54及びS56に示すヨーレート制御中において、車両の横滑り角 $\beta$ が徐々に増加していくと、ステップS44に示す条件が成立した時点で横滑り角制御に移行する。この横滑り角制御への移行時点で、ヨーレート制御の結果、車両が横滑り角の大きく発生した姿勢であると、次に実行される横滑り角制御では、車両の姿勢(推定横滑り角 $\beta_{cont}$ )が目標横滑り角 $\beta_{TR}$ に対して大きくかけ離れているため、車両の姿勢は横滑り角制御により急激に修正されることになる。つまり、ドライバーのステアリング操作に反して車両の姿勢を急激に戻そうとするため、本当に姿勢制御が必要なときには非常に有効であるが、それ以外の急激な姿勢の戻し制御が不要な時にはドライバーの操作に悪影響を及ぼすおそれがある。

【0046】上記課題を踏まえて、この横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ の補正処理は、ヨーレート制御から横滑り角制御へスムーズに切り換えるために、ドライバーのステアリング操作に応じて早めに横滑り角制御に移行させるようにしている。図10に示すように、処理が開始されると、ステップS132では、ドライバーのステアリング操作の状態を判定する。このステアリング操作の判定は、ステアリング舵角 $\theta_H$ が増加している状態又はステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度が増加している状態で切増しと判定し、反対に切増しの状態からステアリング舵角 $\theta_H$ が減少している状態又はステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度の方向が逆転した状態で切戻しと判定する。

【0047】ステップS132でステアリングの切増し操作中の場合には、ステップS134に進む。このステアリングの切増し操作中の場合とは、例えば、旋回路への侵入直前か或いは旋回走行の前半のステアリング舵角 $\theta_H$ が増加している状態と考えられる。ステップS134では、図11のマップに示すように、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ をステアリング舵角 $\theta_H$ に応じて補正する( $\beta_0 \rightarrow \beta_0 \cdot x_5$ )。続いて、ステップS136では、図12のマップに示すように、ステップS134にて補正された横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を、ステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ (ステアリング舵角 $\theta_H$ の時間による微分値)に応じて更に補正する( $\beta_0 \rightarrow \beta_0 \cdot x_5 \cdot x_6$ )。この後、ステップS132にリターンする。

【0048】図11に示すマップにおいて、ステアリング舵角 $\theta_H$ がエリア $a_1$ の範囲では、ステアリング舵角 $\theta_H$



が極めて小さく略直進走行中あるいは旋回路に侵入した初期段階と考えられる。このエリア $a_1$ において、急激にステアリングが操作される場合とは、例えば、前方障害物を避けるために急激なステアリング操作を行った場合やタイヤがパンクした場合が考えられ、早急に(あるいはドライバーが気付かない間に)車両の姿勢を立て直すのが望ましい。このため、エリア $a_1$ の範囲では、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を極めて減少方向に補正して、図4のステップS44からステップS46への、横滑り角制御に移行しやすくなるように補正している。

【0049】また、図11に示すマップにおいて、ステアリング舵角 $\theta_H$ がエリア $a_2$ の範囲では、通常の旋回路走行中と考えられる。このエリア $a_2$ では、横滑り角制御に頼らずに、なるべくヨーレート制御により旋回できることが望ましい。このため、エリア $a_2$ の範囲では、SCS制御開始閾値 $\beta_0$ を増加方向に補正して、横滑り角制御に移行しにくくなる方向に補正している。

【0050】また、図11に示すマップにおいて、ステアリング舵角 $\theta_H$ がエリア $a_3$ の範囲では、旋回走行中にステアリング舵角 $\theta_H$ が非常に大きいので、例えば、雪上走行中にステアリングを切っているにもかかわらず車両が真直ぐ進んでしまう状態等が想定され、横滑り角が非常に大きく発生している状態と考えられる。このエリア $a_3$ では、横滑り角制御に早く移行して、車両の姿勢を立て直すことが望ましい。このため、エリア $a_3$ の範囲では、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を減少方向に補正して、横滑り角制御に移行しやすくなる方向に補正している。

【0051】また、図11中の破線で示すように、車速 $V$ が増加するに従って、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ をより減少方向に補正して、横滑り角制御に移行しやすくなる方向に補正してもよい。また、図12に示すマップにおいて、ステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ が速くなる場合とは、ドライバーの意思でステアリング操作を速くして旋回しようとしている状態と考えられる。この状態では、ドライバーの意思通りに車両が進むように、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を増加方向に補正して、横滑り角制御に移行しにくくなる方向に補正し、ドライバーのステアリング操作に反して車両の姿勢を急激に戻そうとはしないようにしている。

【0052】ところで、前記のステップS132で、ステアリングの切戻し操作中の場合には、ステップS138に進む。このステアリングの切戻し操作中の場合とは、例えば、旋回路から抜け出す直前あるいは旋回走行の後半のステアリング舵角 $\theta_H$ が減少している状態と考えられる。ステップS138では、車両がドライバーによるカウンタ操作中か否かを判定する。この判定は、ステアリング舵角 $\theta_H$ の方向とヨーレート $\psi$ の方向とが反対となっているか否か、すなわち、ステアリング操作方向と車体の旋回方向とが反対になっているか否かにより

判定する。

【0053】ステップS138で、ステアリング舵角 $\theta_H$ の方向とヨーレート $\psi$ の方向とが同方向の場合は(ステップS138でNO)、カウンタ操作ではないと判定され、ステップS140に進む。ステップS140では、車両は安定方向に向かって走行しているが、その後に急激に横滑りが発生した場合等に対応できるように、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を10%だけ減少方向に補正する。また、ステップS138で、ステアリング舵角 $\theta_H$ の方向とヨーレート $\psi$ の方向とが反対の場合は(ステップS138でYES)、カウンタ操作であると判定され、ステップS142に進む。ステップS142では、車両が不安定な状態で走行しており、早急に車両の姿勢を立て直す必要があるため、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を20%だけ減少方向に補正する。続いて、ステップS144では、カウンタ操作が収束したか否かを判定する。ステップS144でカウンタ操作が収束したと判定されたならば(ステップS144でYES)、ステップS132にリターンし、カウンタ操作が収束していないと判定されたならば(ステップS144でNO)、ステップS142にリターンして、更に横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を20%だけ減少方向に補正する。

【0054】上記ステップS140、S142で補正対象となる横滑り角制御開始閾値 $\beta_0$ は、ステップS134とステップS136とを経て補正された値 $\beta_0$ ( $\beta_0 \cdot x_5$ 、 $\beta_0 \cdot x_5 \cdot x_6$ )でも、図4のステップS44で設定された補正前の値 $\beta_0$ であっても良い。

【0055】ここで、図12に示すマップの代わりに図13及び図14に示すマップにより横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を補正してもよい。図13及び図14に示すマップでは、図12に示すマップとは逆に、横滑り角制御に移行しやすくなるように補正している。図13及び図14に示すマップにおいて、ステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ が速くなる場合(急激にステアリングが操作される場合)とは、例えば、前方障害物を避けるために急激なステアリング操作を行った場合やタイヤがパンクした場合が考えられ、早急に車両の姿勢を立て直すことが望ましい。このため、ステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ が速くなる程、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を減少方向に補正して、横滑り角制御に移行しやすくなるように補正している。

【0056】<変形例>以下、変形例を説明する。

①ヨーレートのセンサ値が非常に大きくなるスピン発生後は、推定演算される推定横滑り角の積分誤差がそのヨーレートのセンサ値の影響で非常に大きくなり、姿勢制御に移行する必要がある場合でもドライバーの意思に反して姿勢制御に移行してしまう等、ドライバーの操作に悪影響を及ぼす虞がある。このため、スピンが発生したか否かを判定して、スピンが発生すると(スピンは、ヨーレートが急激に増加することにより判定する)、横滑

り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を増加方向に補正して、横滑り角制御に移行しにくくなる方向に補正してもよい。また、ドリフトアウト発生後も同様である。ドリフトアウトの発生は、ステアリング舵角 $\theta_H$ に対する車両の横滑り角が非常に大きいことにより判定する。

【0057】②路面の摩擦係数 $\mu$ が急激に増減する場合にも、推定演算される推定横滑り角の積分誤差が大きくなり、また、ドライバの意思による姿勢立て直し操作に反して制御介入してしまうこともあるため、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を増加方向に補正して、横滑り角制御に移行しにくくなる方向に補正してもよい。

③ステアリング舵角 $\theta_H$ の変化が少ない略直進走行の継続時間が大きくなるほど、横方向の負荷が検出できず、摩擦係数 $\mu$ が極めて小さな値となり推定横滑り角の値が不正確となるため、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を増加方向に補正して、横滑り角制御に移行しにくくなる方向に補正してもよい。

【0058】[ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ の補正処理]次に、図4のステップS56で参照するヨーレート制御量 $\psi_{act}$ の補正処理について説明する。図15は、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ の補正処理を実行するためのフローチャートである。図16は、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ を横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ に応じて補正するためのマップを示す図である。図17は、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ を横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ に応じて補正するためのマップを示す図である。

【0059】このヨーレート制御量 $\psi_{act}$ の補正処理も、上記横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ の補正処理と同一の課題を踏まえている。つまり、このヨーレート制御量 $\psi_{act}$ の補正処理は、ヨーレート制御から横滑り角制御へスムーズに切り換えるために、車両の横滑り偏差量 $\beta_{dif}$ に応じてヨーレート制御量 $\psi_{act}$ を減少方向に補正してゆき、目標ヨーレート $\psi_{TR}$ へ収束させる時の追従性を増減して、車両が大きく姿勢変化しないようにスムーズに横滑り角制御に移行させるようにしている。

【0060】図15に示すように、処理が開始されると、ステップS152では、車両の運転状態が横滑り制御領域にはなく(ステップS44でNO)、ヨーレート制御領域にある(ステップS52でYES)かを判定する。ステップS152で、ヨーレート制御領域にあると判定されたならば(ステップS152でYES)、ステップS154に進む。

【0061】ステップS154では、図16のマップに示すようにヨーレート制御量 $\psi_{act}$ を横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ ( $\beta_{dif} = |\beta_{TR} - \beta_{cont}|$ )に応じて補正する( $\psi_{act} \rightarrow \psi_{act} \cdot x_7$ )。続いて、ステップS156では、図17のマップに示すように、ステップS154で補正されたヨーレート制御量 $\psi_{act}$ を、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ (横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の時間による微分値)に応じて更に補正する( $\psi_{act} \rightarrow \psi_{act} \cdot x_7 \cdot x_8$ )。次に、

ステップS158に進み、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が増加傾向にあるか否かを判定する。この判定は、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ の増減により判定する。ステップS158で、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が増加傾向にあると判定されたならば(ステップS158でYES)、ステップS160に進み、他方横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が増加傾向でないと判定されたならば(ステップS158でNO)、ステップS162に進む。

【0062】ステップS160では、横滑り制御に移行する直前と考えられるので、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ を20%だけ減少方向に補正して、目標ヨーレート $\psi_{TR}$ への収束速度を遅くする。ステップS162では、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ が所定値 $\psi_1$ 以下であるか否かを判定する。ステップS162でヨーレート制御量 $\psi_{act}$ が所定値 $\psi_1$ 以下( $\psi_{act} \leq \psi_1$ )であると判定されたならば(ステップS162でYES)、ステップS164に進み、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を減少方向に補正して、横滑り角制御に移行しやすくなる方向に補正する。ステップS162での所定値 $\psi_1$ は、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ がさらに小さい値になった場合には目標ヨーレート $\psi_{TR}$ への追従速度が遅くなり、ヨーレート制御を実行しても車両の姿勢に影響しないような値に設定される。

【0063】図16に示すマップにおいて、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が増加しているということは、横滑り角制御領域には入っていないが車両の姿勢が目標横滑り角 $\beta_{TR}$ に対して大きくずれている状態である。そこで、横滑り角制御に移行する時の前準備として、ヨーレートによる無理な姿勢制御を行なわないで、ゆっくり収束させてゆく。

【0064】また、図17に示すマップにおいて、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ が増加しているということは、図16の場合と同様に、横滑り角制御領域には入っていないが車両の姿勢が目標横滑り角 $\beta_{TR}$ に対して大きくずれ始めている状態である。そこで、横滑り角制御に移行する時の前準備として、ヨーレートによる無理な姿勢制御を行なわないで、ゆっくりと目標ヨーレート $\psi_{TR}$ に収束させてゆく。このため、図17では、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ が増加するのに従ってステップS154で補正されたヨーレート制御量 $\psi_{act}$ ( $=\psi_{act} \cdot x_7$ )を更に減少方向に補正して、図4のステップS56に示す目標ヨーレート $\psi_{TR}$ に収束させる際の追従速度を小さくしている。

【0065】<変形例>図18は、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ の補正処理の変形例を示すフローチャートである。この変形例では、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が増加傾向にある場合には、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ の補正処理を実行し、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が増加傾向に無い場合には、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が拡大していないため、通常のヨーレート制御を実行するものである。

【0066】図18に示すように、処理が開始される

と、ステップS172では、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が所定値 $\beta_1$  ( $< \beta_0$ ) 以上か否かを判定する。ステップS172で、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が所定値 $\beta_1$ 以上であると判定されたならば(ステップS172でYES)、ステップS174で通常のヨーレート制御を実行する。次に、ステップS176で、今回の横滑り角偏差量 $\beta_{difn}$ が前回の横滑り角偏差量 $\beta_{difn-1}$ 以上か否かを判定する。ステップS176で、今回の横滑り角偏差量 $\beta_{difn}$ が前回の横滑り角偏差量 $\beta_{difn-1}$ 以上であると判定されたならば(ステップS176でYES)、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ は拡大傾向にあるので、ステップS178でヨーレート制御量 $\psi_{ant}$ の補正処理を実行する。このヨーレート制御量 $\psi_{ant}$ の補正処理は、図15のステップS154以降の処理と同様である。また、ステップS176で今回の横滑り角偏差量 $\beta_{difn}$ が前回の横滑り角偏差量 $\beta_{difn-1}$ よりも小さいと判定されたならば(ステップS186でNO)、ヨーレート制御により横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が拡大していないため、通常のヨーレート制御を実行するものである。

【0067】【目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値設定処理】次に、図3のステップS42で演算する目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を設定する処理について説明する。図19は、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値設定処理を実行するためのフローチャートである。図20は、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を車速Vに応じて設定するためのマップを示す図である。図21及び図22は、それぞれ、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ をステアリング舵角 $\theta_H$ に応じて設定するためのマップを示す図である。図23は、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ をステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ に応じて設定するためのマップを示す図である。図24は、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を車速V及びステアリング舵角 $\theta_H$ に応じて設定するためのマップを示す図である。図25は、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を車速V及びステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ に応じて設定するためのマップを示す図である。

【0068】横滑り角制御中において、例えば、車両にスピンやドリフトアウト等が発生すると、ドライバーはあわてるため、車速が高い状態でステアリングを固定させたり、カウンタ操作を行ったりして、ステアリングを通常より大きく操作することが考えられる。このように、ステアリング舵角 $\theta_H$ が大きくなると、本来の目標横滑り角 $\beta_{TR}$ が正常値から大幅にずれるので、ステアリング舵角 $\theta_H$ により設定される目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の信頼性も低下する。この状態で、通常通りの横滑り角制御を実行すると、推定横滑り角 $\beta_{cont}$ を信頼性の低い目標横滑り角 $\beta_{TR}$ に収束させてしまうことになり、本来の正常な姿勢からかけ離れた姿勢に立て直そうとしてしまう。

【0069】上記課題を踏まえて、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値設定処理は、車速Vやステアリング舵角 $\theta_H$ に

じて目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の信頼性を判断し、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の信頼性が低い場合には、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ に上限値 $\beta_{TRLin}$ を設定し、その上限値 $\beta_{TRLin}$ を減少方向に補正することにより、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ への過剰な制御を抑制するようにしている。

【0070】図19に示すように、処理が開始されると、ステップS182では、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ が、図20～図24に示すマップから決定される目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ 以上であるか否かを判定する。ステップS182で、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ が、その上限値 $\beta_{TRLin}$ 以上であると判定されたならば(ステップS182でYES)、ステップS184で、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ を、図20～図24に示すマップから決定される目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ に設定する。

【0071】図20に示すマップにおいて、エリア $a_4$ のように車速Vが低い状態では、例えば雪路走行中にスピン等が発生した場合、ドライバーはあわてるため、ステアリングを通常より大きく操作することが考えられる。このように、ステアリング舵角 $\theta_H$ が大きくなると、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が誤った方向に拡大してしまう可能性がある。このため、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を減少方向に補正して、横滑り制御量 $\beta_{ant}$ を小さくし車両の挙動変化を抑えている。また、車速Vが低い状態では、横滑り制御量 $\beta_{ant}$ を小さくしても時間的に余裕があるため、繰り返し制御介入することにより車両の姿勢を立て直しやすくなる。

【0072】反対に、エリア $a_5$ のように車速Vが高い状態では、低速時に比べてドライバーのステアリング操作に対して横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が大きくなるため横滑り制御量 $\beta_{ant}$ も大きくなる。ところが、高速走行時に大きな横滑り制御量 $\beta_{ant}$ で姿勢制御すると、制御が急激すぎて車両が路面とのグリップを失い、スピン等を起こす可能性がある。このため、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を減少方向に補正して、横滑り制御量 $\beta_{ant}$ を小さくし車両の挙動変化を抑えている。

【0073】図21に示すマップにおいて、エリア $a_6$ のようにステアリング舵角 $\theta_H$ が大きくなっていく状態では、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が大きくなり、車両はスピン等をしやすい状況にある。このため、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を増加方向に補正して、早急に姿勢を立て直すようにしている。つまり、エリア $a_6$ に示すステアリング舵角 $\theta_H$ が低い状態に比べて、エリア $a_7$ のようにステアリング舵角 $\theta_H$ が大きい状態では、例えば、ドライバーの操作したステアリング舵角 $\theta_H$ が大きく、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が拡大してスピンやドリフトアウトが発生するおそれがある。そこで、このような状態では、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ に早急に収束させ、車両の姿勢を立て直す必要があるため、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を増加方向に補正して横滑り角制御を実行させるようにしている。

【0074】図22に示すマップにおいて、エリア $a_0$ のようにステアリング舵角 $\theta_H$ が極端に大きくなる状態とは、例えば、ドライバーがカウンタ操作している時であり、この状態では目標横滑り角 $\beta_{TR}$ に早急に収束させ、車両の姿勢を立て直す必要がある。このため、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を増加方向に補正して早く収束させるようにしている。

【0075】図23に示すマップにおいて、エリア $a_0$ のようにステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ が極端に大きくなる状態とは、例えば、ドライバーがカウンタ操作している時であり、この状態では目標横滑り角 $\beta_{TR}$ に早急に収束させ、ドライバーの操作通りに車両の姿勢を立て直す必要があるため、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を増加方向に補正している。

【0076】図24に示すマップにおいて、車速 $V$ が高い状態でも、ステアリング舵角 $\theta_H$ が大きくなるほど、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が大きくなるため、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ に早急に収束させ、ドライバーの操作通りに車両の姿勢を立て直す必要があるため、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を増加方向に補正している。

【0077】図25に示すマップにおいて、エリア $a_{10}$ のように、車速 $V$ が低速でもなく高速でもない中間領域で、且つステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ が低い状態から中程度の領域では、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の信頼性が高いので、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を増加方向に補正して横滑り角制御を実行させるようにしている。反対に、エリア $a_{10}$ 以外のエリア $a_{11}$ の状態では、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の信頼性が低いので、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ の補正処理を実行しないようにしている。

【0078】<変形例>変形例として、車両走行中の路面の摩擦係数 $\mu$ が所定の摩擦係数より小さい場合には、ステアリング操作を行ないやすく、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ が増加しやすい状態なので、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を減少方向に補正して、横滑り角制御による急激な車両の挙動変化を抑えるようにしてもよい。

【0079】〔横滑り角制御量 $\beta_{ant}$ の補正処理〕次に、図4のステップS50で参照する横滑り角制御量 $\beta_{ant}$ の補正処理について説明する。図26は、横滑り角制御量 $\beta_{ant}$ の補正処理を実行するためのフローチャートである。図27は、横滑り角制御量 $\beta_{ant}$ をステアリング舵角 $\theta_H$ 及びその変化速度 $\Delta\theta_H$ に応じて補正するためのマップを示す図である。図4に示す横滑り角制御中において、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ が変化している場合、これが目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の増加に起因していることが考えられる。この目標横滑り角 $\beta_{TR}$ は、ドライバーのステアリング操作により決定されるが、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ が増加している状態でさらにステアリングを切り込むことはスピンやドリフトアウトを助長する結果となる。

【0080】そこで、横滑り角制御量 $\beta_{ant}$ の補正処理では、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ が増加している状態で、ドライバーのステアリング操作が切り戻されているか、切り増されているか、あるいはステアリング舵角 $\theta_H$ やその変化速度 $\Delta\theta_H$ によって横滑り角制御量 $\beta_{ant}$ を補正し、ドライバーのステアリング操作に応じた横滑り角制御を行うようにしている。

【0081】図26に示すように、処理が開始されると、ステップS192で、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ が所定値 $\beta_2$ 以上か否かを判定する。ステップS192で、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ が所定値 $\beta_2$ 以上であると判定されたならば(ステップS192でYES)、ステップS199に進む。ステップS199では、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ がかなり大きくなり、早急に車両の姿勢を立て直す必要があるため、横滑り角制御量 $\beta_{ant}$ を20%増加方向に補正して、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ への収束速度を速める。

【0082】ステップS192で、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ が所定値 $\beta_2$ 以上でないと判定されたならば(ステップS192でNO)、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ はそれほど大きくなく、早急に車両の姿勢を立て直す必要もないと考えられるので、ステップS194に進む。ステップS194では、ドライバーのステアリング操作の状態を判定する。このステアリング操作の判定は、ステアリング舵角 $\theta_H$ が変化しない状態で固定と判定し、ステアリング舵角 $\theta_H$ が増加している状態又はステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ が増加している状態で切増しと判定し、反対に切増しの状態からステアリング舵角 $\theta_H$ が減少している状態又はステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ の方向が逆転した状態で切戻しと判定する。

【0083】ステップS194で、ステアリングの固定又は切増し操作中であると判定された場合は、ステップS196に進む。このステアリングの固定又は切増し操作中の場合とは、例えば、スピンあるいはドリフトアウトが発生しそうな時に横滑り角制御が介入するのであるが、そのスピンあるいはドリフトアウトが発生しそうな時にステアリングを固定又は切増し操作するのは、スピンあるいはドリフトアウトを助長する結果となりドライバーが誤って操作している状態と考えられる。そこで、ステップS196では、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の信頼性は低いものと考えられ、図27のマップに示すように、横滑り角制御量 $\beta_{ant}$ をステアリング舵角 $\theta_H$ 及びその変化速度 $\Delta\theta_H$ に応じて補正する( $\beta_{ant} \rightarrow \beta_{ant} \cdot x_9$ )。

【0084】また、ステップS194で、ステアリングの切戻し操作中であると判定された場合は、ステップS198に進む。ステアリングの切戻し操作中の場合とは、例えば、スピンあるいはドリフトアウトが発生しそうな時に横滑り角制御が介入するのであるが、そのスピンあるいはドリフトアウトが発生しそうな時にステアリ

ングがカウンタ操作されていると考えられる。このカウンタ操作は、スピンあるいはドリフトアウトを回避する操作であるのでドライバの操作は誤っていないものと考えられる。そこで、ステップS198では、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の信頼性は高いものと考えられ、早急に車両の姿勢を立て直す必要があるため、横滑り角制御量 $\beta_{act}$ を10%増加方向に補正して、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ への収束速度を高めている。

【0085】図27に示すマップにおいて、ステアリングの固定又は切増し操作中の場合には、スピン或いはドリフトアウトが発生しそうな時にステアリングを固定又は切増し操作するのは、スピンあるいはドリフトアウトを助長する結果となりドライバが誤って操作している状態なので、ステアリング舵角 $\theta_H$ が増加するに従って、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の信頼性は低くなるものと考えられ、横滑り角制御量 $\beta_{act}$ を減少方向に補正している。同様に、ステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ が増加するに従って、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の信頼性は低くなるものと考えられ、さらに車両の挙動変化が速くなるため、横滑り角制御量 $\beta_{act}$ をさらに減少方向に補正している。

【0086】横滑り角偏差量又はヨーレート偏差量の変化要因に基づく補正処理次に、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ 又はヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ の変化要因に基づく補正処理について説明する。図28は、ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ に応じた横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ 、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ 及びヨーレート制御量 $\psi_{act}$ の補正処理を実行するためのフローチャートである。図29は、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ に応じた、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ 、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ 及び横滑り角制御量 $\beta_{act}$ の補正処理を実行するためのフローチャートである。

【0087】<ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ に応じた補正処理>まず、ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ に応じた横滑り角制御開始閾値 $\beta_0$ 、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ 、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ の補正処理について説明する。ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$  ( $\psi_{dif} = |\psi_{TR} - \psi_{act}|$ ) に応じた補正処理では、ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ の変化速度 $\Delta\psi_{dif}$  (今回のヨーレート偏差量 $\psi_{difn}$ と前回のヨーレート偏差量 $\psi_{difn-1}$ との差)が所定値 $\psi_1$ 以上変化した場合、その変化要因が目標ヨーレート $\psi_{TR}$ であるのか、それとも実ヨーレート $\psi_{act}$ であるのかに応じて、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ 、横滑り角制御開始閾値 $\beta_0$ 及び目標横滑り角 $\beta_{TR}$ を補正する。

【0088】図28に示すように、図4のステップS56からステップS202に進み、ステップS202では、ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ の変化速度 $\Delta\psi_{dif}$ が所定値 $\psi_2$ 以上変化したか否かを判定する。ステップS202で、ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ の変化速度 $\Delta\psi_{dif}$ が所定値 $\psi_2$ 以上変化したと判定されたならば(ステップS202でYES)、ステップS204に進む。ステップS204では、ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ の変化速度 $\Delta\psi_{dif}$ の変

化要因が目標ヨーレート $\psi_{TR}$ であるのか、それとも実ヨーレート $\psi_{act}$ であるのかを判定する。ステップS204で、ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ の変化速度 $\Delta\psi_{dif}$ の変化要因が目標ヨーレート $\psi_{TR}$ であれば、ステップS206～S210に進む。

【0089】ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ の変化速度 $\Delta\psi_{dif}$ の変化要因が目標ヨーレート $\psi_{TR}$ であれば、これはドライバのステアリング操作によるものと考えられる。そこで、ステップS206では、ドライバの意思に従って、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を増加方向に補正して、横滑り角制御に移行しにくくして、ドライバのステアリング操作に任せるようにする。さらに、ステップS208では、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を増加方向に補正して、横滑り角制御に移行した場合に、ドライバのステアリング操作に応じて目標横滑り角 $\beta_{TR}$ が増加できるように補正する。また、ステップS210では、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ を減少方向に補正して、ヨーレート制御による目標ヨーレートへの急激な姿勢変化を抑制し、ドライバのステアリング操作に任せるとともに、ドライバのステアリング操作と干渉しないようにしている。

【0090】一方、ステップS204で、ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ の変化速度 $\Delta\psi_{dif}$ の変化要因が実ヨーレート $\psi_{act}$ であると判定されたならば、ステップS212～S214に進む。ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ の変化速度 $\Delta\psi_{dif}$ の変化要因が実ヨーレート $\psi_{act}$ であれば、これは路面形状変化や路面摩擦係数変化等の外乱に起因するものと考えられ、早急に車両の姿勢を立て直す必要がある。そこで、ステップS212で、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を減少方向に補正して、横滑り角制御に移行しやすくし、横滑り角制御に移行した時にスリップやドリフトアウトに対して早めに対処できるようにする。さらに、ステップS214では、早急な姿勢の立て直しを図るため、ヨーレート制御量 $\psi_{act}$ を増加方向に補正して目標ヨーレート $\psi_{TR}$ への収束を早めている。

【0091】以上のように、ヨーレート制御中において、ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ の変化要因に応じて横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ 、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ 及びヨーレート制御量 $\psi_{act}$ を補正するので、ドライバの操作に起因する場合には、ドライバの意思に従うようにし、外乱に起因する場合には、早急に車両の姿勢を立て直すようにすることができる。

【0092】<横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ に応じた補正処理>次に、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ に応じた横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ 、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ 、横滑り角制御量 $\beta_{act}$ の補正処理について説明する。横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$  ( $\beta_{dif} = |\beta_{TR} - \beta_{cont}|$ ) に応じた補正処理では、横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$  (今回の横滑り角偏差量 $\beta_{difn}$ と前回の横滑り角偏差量 $\beta_{difn-1}$ との差)が所定値 $\beta_2$ 以上変化した場合、その変化要因が目標横

滑り角 $\beta_{TR}$ であるのか、推定横滑り角 $\beta_{cont}$ であるのかに応じて、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ 、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ 及び横滑り角制御量 $\beta_{act}$ を補正する。

【0093】図29に示すように、図4のステップS50からステップS222に進み、ステップS222では、横滑り角偏差 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ が所定値 $\beta_2$ 以上変化したか否かを判定する。ステップS222で、横滑り角偏差 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ が所定値 $\beta_2$ 以上変化したと判定されたならば(ステップS222でYES)、ステップS224に進む。ステップS224では、横滑り角偏差 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ の変化要因が目標横滑り角 $\beta_{TR}$ であるのか、推定横滑り角 $\beta_{cont}$ であるのかを判定する。ステップS224で、横滑り角偏差 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ の変化要因が目標横滑り角 $\beta_{TR}$ であると判定されたならば、ステップS226～S230に進む。

【0094】横滑り角偏差 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ の変化要因が目標横滑り角 $\beta_{TR}$ であれば、これはドライバーのステアリング操作によるものと考えられる。そこで、ステップS226では、ドライバーの意思に従って横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を増加方向に補正して、横滑り角制御に移行しにくくして、ドライバーのステアリング操作に任せるようにする。さらに、ステップS228では、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を増加方向に補正して、ドライバーのステアリング操作に応じて目標横滑り角 $\beta_{TR}$ が増加できるように補正する。また、ステップS230では、横滑り角制御量 $\beta_{act}$ を減少方向に補正して、横滑り角制御による目標横滑り角 $\beta_{TR}$ への急激な姿勢変化を抑制し、ドライバーのステアリング操作に任せるとともに、ドライバーのステアリング操作と干渉しないようにしている。

【0095】一方、ステップS224で、横滑り角偏差 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ の変化要因が推定横滑り角 $\beta_{cont}$ であると判定されたならば、ステップS232～S234に進む。横滑り角偏差 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ の変化要因が推定横滑り角 $\beta_{cont}$ であれば、これは路面形状変化や路面摩擦係数変化等の外乱に起因するものと考えられ、早急に車両の姿勢を立て直す必要がある。そこで、ステップS232では、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を減少方向に補正して、横滑り角制御に移行しやすくし、横滑り角制御に移行した時にスリップやドリフトアウトに対して早めに対処できるようにする。さらに、ステップS234では、早急な姿勢の立て直しを図るため、横滑り角制御量 $\beta_{act}$ を増加方向に補正して、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ への収束を早めている。

【0096】以上のように、横滑り角制御中において、横滑り角偏差 $\beta_{dif}$ の変化要因に応じて横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ 、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ 及び横滑り角制御量 $\beta_{act}$ を補正するので、ドライバーの操作に起因する場合には、ドライバーの意思に従うようにし、外乱に起因

する場合には、早急に車両の姿勢を立て直すことができる。

【0097】[制御開始しきい値・初期補正量補正処理]以下、ドライバーの運転技量等に応じてSCS制御の制御特性、具体的にはSCS制御の制御開始しきい値及び該SCS制御開始時における初期補正量(初期制御量)を臨機応変に変更・補正するための補正処理、すなわち制御開始しきい値・初期補正量補正処理について説明する。この制御開始しきい値・初期補正量補正処理においては、基本的には、車両の走行状態に応じて設定される目標ヨーレート $\psi_{TR}$ (ヨーレート目標値)と、該車両において実測される実ヨーレート $\psi_{act}$ (ヨーレート実測値)との間の偏差(以下、これを「ヨーレート偏差」という)の代表値(例えば、経時的平均値)が、所定の第1基準値よりも小さいとき、すなわちドライバーの運転技量が比較的高いものと推測されるときには、ヨーレート制御開始しきい値 $\psi_0$ ないしは横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を増加方向に補正するとともに、ヨーレート制御ないしは横滑り角制御の初期補正量(初期制御量)を減少方向に補正して、走行安定性を確保しつつドライバーの操縦の自由度を高めるようにしている。

【0098】他方、ヨーレート偏差の代表値が、第1基準値よりも大きい所定の第2基準値よりも大きいとき、すなわちドライバーの運転技量が低いものと推測されるときには、ヨーレート制御開始しきい値 $\psi_0$ ないしは横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ を減少方向に補正し、ドライバーの運転技量に相応する積極的なSCS制御を行って、車両の走行安定性をとくに高めるようにしている。なお、この場合、ヨーレート制御ないしは横滑り角制御の初期補正量は補正されない。

【0099】また、ヨーレート偏差の代表値が、第1基準値以上でありかつ第2基準値以下であるとき、すなわちドライバーの運転技量はさほど高くはないが低いともいえない普通の技量である推測されるときには、ヨーレート制御及び横滑り角制御の開始しきい値及び初期補正量の補正を行わず、普通のSCS制御を行い、普通に車両の走行安定性を高めるようにしている。

【0100】このように、制御開始しきい値・初期補正量補正処理を行うようにしているので、ドライバーの運転技量が比較的高いものと推測されるときには、SCS制御が起りにくくなり、ドライバーの車両操縦の自由度が高くなる。このため、例えばスピンを利用して急旋回し、あるいはスピンを利用して摩擦係数の非常に低い路面例えば雪道を円滑に走行するなどといった技量を要する運転を行うことが可能となる。なお、この場合でも、ヨーレート偏差ないしは横滑り角偏差が、補正により高められた制御開始しきい値以上になればヨーレート制御ないしは横滑り角制御が開始されるので、走行安定性は確保される。他方、ドライバーの運転技量がさほど高くはない、あるいは低いものと推測されるときには、ド

ライバー運転技量に相応して積極的にSCS制御が実行され、車両の走行安定性が十分に高められる。つまり、ドライバーの運転技量あるいは心理状態に応じて臨機応変に適切なSCS制御が行われる。

【0101】以下、図30に示すフローチャートを参照しつつ、制御開始しきい値・初期補正量補正処理の具体的な制御方法を説明する。図30に示すように、この制御開始しきい値・初期補正量補正処理においては、まずステップS242とステップS244とで、それぞれ、車速 $V$ が所定の基準車速 $V_0$ より大きいと否かと、ステアリング舵角 $\theta_H$ が所定の基準舵角 $\theta_{H0}$ より大きいと否かとが比較・判定される。そして、 $V > V_0$ であり（ステップS242でYES）、かつ $\theta_H > \theta_{H0}$ である場合（ステップS244でYES）、すなわち車両がある程度以上の車速で旋回走行している場合は、ステップS246以下の各ステップ（ステップS246～260）が実行され、実質的な制御開始しきい値・初期補正量補正処理が実施される。

【0102】このような場合にのみ実質的な制御開始しきい値・初期補正量補正処理を実施する理由はおよそ次のとおりである。すなわち、この制御開始しきい値・初期補正量補正処理では、基本的にはヨーレート偏差の経時的平均値（ヨーレート偏差の積分値を経過時間で除算したもの）の大小に基づいてドライバーの運転技量を判定するようにしているが、運転技量を把握できる程度のヨーレート偏差は、ある程度以上の車速で旋回走行しているときでなければ生じないからである。したがって、 $V \leq V_0$ であるか（ステップS242でNO）、又は $\theta_H \leq \theta_{H0}$ である場合（ステップS244でNO）、以下の全ステップ（ステップS246～260）をスキップしてリターンする。

【0103】ステップS246では、目標ヨーレート $\psi_{TR}$ から実ヨーレート $\psi_{act}$ を減算することによりヨーレート偏差 $\Delta\psi$ が演算される（ $\psi_{TR} - \psi_{act} \rightarrow \Delta\psi$ ）。続いて、ステップS248で、ヨーレート偏差 $\Delta\psi$ を平均化処理することにより、ヨーレート偏差 $\Delta\psi$ の代表値としてヨーレート偏差平均値 $\Delta\psi_x$ が演算される。この平均化処理においては、ヨーレート偏差 $\Delta\psi$ を時間について積分し、この積分値を経過時間で除算することによりヨーレート偏差平均値 $\Delta\psi_x$ を求めるようにしている。なお、ヨーレート偏差 $\Delta\psi$ の代表値は、このようなヨーレート偏差 $\Delta\psi$ の経時的平均値に限定されるものではないが、時々刻々に変化する偏差そのものではなく、ドライバーの運転技量を推定することが可能な程度に継続的ないしは普遍的なものである必要がある。時々刻々の偏差からは、ドライバーの運転技量を判別することができないからである。

【0104】次に、ステップS250で、ヨーレート偏差平均値 $\Delta\psi_x$ が所定の第1基準値 $\Delta\psi_{x0}$ より小さいと否かが比較・判定される。ここで、第1基準値 $\Delta\psi_{x0}$

$x_0$ は、ヨーレート偏差平均値 $\Delta\psi_x$ がこれより小さいとドライバーの運転技量が高いと判定されるような値に好ましく設定される。ステップS250で、 $\Delta\psi_x < \Delta\psi_{x0}$ であると判定された場合は（YES）、ステップS252で、ヨーレート制御開始しきい値 $\psi_0$ 及び横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ が20%だけ増加させられる（高められる）とともに、ヨーレート制御及び横滑り角制御の初期補正量が20%だけ低減させられる。

【0105】この場合、SCS制御が起こりにくくなり、ドライバーの車両操縦の自由度が高くなる。このため、例えばスピンを利用して急旋回し、あるいはスピンを利用して摩擦係数の非常に低い路面例えば雪道を円滑に走行するなどといった技量を要する運転を行うことが可能となる。また、SCS制御開始時に急激なSCS制御が実行されないで、SCS制御開始時に違和感が生じない。

【0106】ここで、各制御開始しきい値の増加率（補正率）ないしは初期補正量の低減率（補正率）をこのように固定せず、車速 $V$ が大きいきほ小さくなるように設定してもよい。車速 $V$ が大きいきほ小さくなるようにドライバーの運転技量が高い場合でも、走行安定性を高める必要性が高いからである。なお、この場合、補正率の車速 $V$ に対する変化特性をリニアな特性にすれば、制御ロジックが比較的簡素なものとなる。この後、後記のステップS256が実行される。

【0107】ところで、前記のステップS250で、 $\Delta\psi_x \geq \Delta\psi_{x0}$ であると判定された場合（NO）、すなわちドライバーの運転技量がさほど高くはない（普通又は低い）と判定された場合は、ステップS254で、ヨーレート偏差平均値 $\Delta\psi_x$ が所定の第2基準値 $\Delta\psi_{x1}$ （ $> \Delta\psi_{x0}$ ）より大きいと否かが比較・判定される。ここで、第2基準値 $\Delta\psi_{x1}$ は、ヨーレート偏差平均値 $\Delta\psi_x$ がこれより大きいとドライバーの運転技量が低いと判定されるような値に好ましく設定される。ステップS254で、 $\Delta\psi_x > \Delta\psi_{x1}$ であると判定された場合は（YES）、ステップS260で、ヨーレート制御開始しきい値 $\psi_0$ 及び横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ が20%だけ低減させられる。なお、この場合、ヨーレート制御及び横滑り角制御の初期補正量は変更されない。

【0108】この場合、SCS制御が起こりやすくなり、したがってドライバーの低い運転技量に相応して積極的にSCS制御が実行され、車両の走行安定性が十分に高められる。ここで、各制御開始しきい値の低減率（補正率）をこのように固定せず、車速 $V$ が大きいきほ小さくなる（SCS制御がより起こりやすくなる）ように設定してもよい。ドライバーの運転技量が低い場合、車速が大きいきほはとくに走行安定性を高める必要があるからである。なお、この場合、補正率の車速 $V$ に対する変化特性をリニアな特性にすれば、制御ロジックが比較的簡素なものとなる。この後、後記のステップ

S256が実行される。

【0109】他方、ステップS254で $\Delta\psi_x \leq \Delta\psi_{x1}$ であると判定された場合（NO）、すなわちドライバーの運転技量が普通であると判定された場合は、ヨーレート制御及び横滑り角制御の開始しきい値及び初期補正量の補正を行わず、リターンする。この場合は、普通のSCS制御が行われ、車両の走行安定性が普通に高められることになる。

【0110】ステップS256では、イグニッションスイッチがオフされた否かが比較・判定され、イグニッションスイッチがオフされていると判定された場合は（YES）、ステップS258で制御開始しきい値及び初期補正量の補正処理（補正量）がリセット（クリア）され、この後リターンする。なお、ステップS256でイグニッションスイッチがオフされていないと判定された場合は（NO）、ステップS258をスキップしてリターンする。すなわち、上記補正処理（補正量）はリセットされず、継続される。

【0111】このように、イグニッションスイッチがオフされたときに、補正処理をリセットする理由は次のとおりである。すなわち、イグニッションスイッチがオフされた場合、この後ドライバーが交代する可能性があるが、ドライバーが交代した場合は、該ドライバーの運転技量を改めて判定する必要があるからである。また、車両が停止したときにもドライバーが交代する可能性があるため、この場合も補正処理をリセットするようにしてもよい。

【0112】さらに、車両の走行状況ないしは走行環境が比較的大きく変化したとき、例えば車速Vが所定値以下となったとき、あるいは車両の旋回走行が終了したときにも、制御開始しきい値又は初期制御量の補正処理をリセットするようにしてもよい。このような場合、ドライバーの運転態様ないしは心理状態が大きく変化する可能性があるため、ドライバーの運転技量を再度判定するのが好ましいからである。

【0113】このように、制御開始しきい値・初期補正量補正処理を行うことにより、ドライバーの運転技量あるいは心理状態に応じて臨機応変に適切なSCS制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態にかかる車両の姿勢制御装置の制御ブロックの全体構成を示す図である。

【図2】 本実施の形態にかかる姿勢制御を実行するための全体的動作を示すフローチャートである。

【図3】 図2中のSCS演算処理ステップを実行するためのフローチャートである。

【図4】 図2中のSCS演算処理ステップを実行するためのフローチャートである。

【図5】 SCS制御とABS制御との調停処理を実行するためのフローチャートである。

【図6】 SCS制御とABS制御との調停処理を実行するためのフローチャートである。

【図7】 SCS制御とABS制御との調停処理を実行するためのフローチャートである。

【図8】 図2中の車輪速補正処理ステップを実行するためのフローチャートである。

【図9】 車輪速補正の手順を示す模式図である。

【図10】 横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ の補正処理を実行するためのフローチャートである。

【図11】 横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ をステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度に応じて補正するためのマップを示す図である。

【図12】 横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ をステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度に応じて補正するためのマップを示す図である。

【図13】 横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ をステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度に応じて補正するためのマップを示す図である。

【図14】 横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ をステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度に応じて補正するためのマップを示す図である。

【図15】 ヨーレート制御量 $\psi_{ant}$ の補正処理を実行するためのフローチャートである。

【図16】 ヨーレート制御量 $\psi_{ant}$ を横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ に応じて補正するためのマップを示す図である。

【図17】 ヨーレート制御量 $\psi_{ant}$ を横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ の変化速度 $\Delta\beta_{dif}$ に応じて補正するためのマップを示す図である。

【図18】 ヨーレート制御量 $\psi_{ant}$ の補正処理の変形例を示すフローチャートである。

【図19】 目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値設定処理を実行するためのフローチャートである。

【図20】 目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を車速Vに応じて設定するためのマップを示す図である。

【図21】 目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ をステアリング舵角 $\theta_H$ に応じて設定するためのマップを示す図である。

【図22】 目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ をステアリング舵角 $\theta_H$ に応じて設定するためのマップを示す図である。

【図23】 目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ をステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ に応じて設定するためのマップを示す図である。

【図24】 目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を車速V及びステアリング舵角 $\theta_H$ に応じて設定するためのマップを示す図である。

【図25】 目標横滑り角 $\beta_{TR}$ の上限値 $\beta_{TRLin}$ を車速V及びステアリング舵角 $\theta_H$ の変化速度 $\Delta\theta_H$ に応じて設定するためのマップを示す図である。

【図26】 横滑り角制御量 $\beta_{ant}$ の補正処理を実行す



るためのフローチャートである。

【図27】 横滑り角制御量 $\beta_{act}$ をステアリング舵角 $\theta_H$ 及びその変化速度 $\Delta\theta_H$ に応じて補正するためのマップを示す図である。

【図28】 ヨーレート偏差量 $\psi_{dif}$ に応じた横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ 、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ 及びヨーレート制御量 $\psi_{act}$ の補正処理を実行するためのフローチャートである。

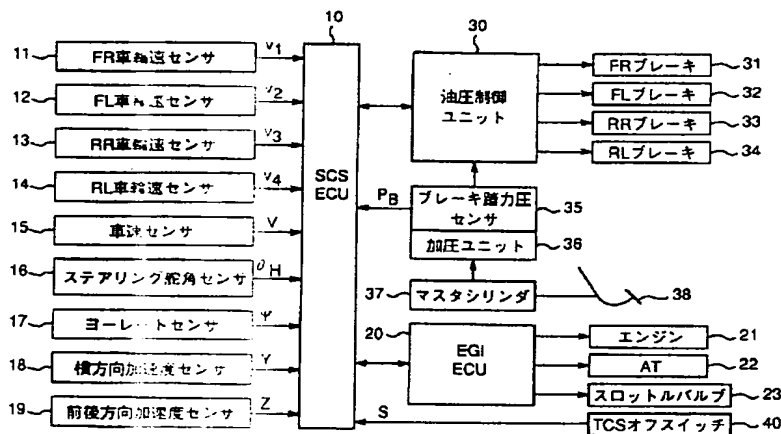
【図29】 横滑り角偏差量 $\beta_{dif}$ に応じた、横滑り角制御開始しきい値 $\beta_0$ 、目標横滑り角 $\beta_{TR}$ 及び横滑り角制御量 $\beta_{act}$ の補正処理を実行するためのフローチャートである。

【図30】 制御開始しきい値・初期補正量補正処理の制御方法を示すフローチャートである。

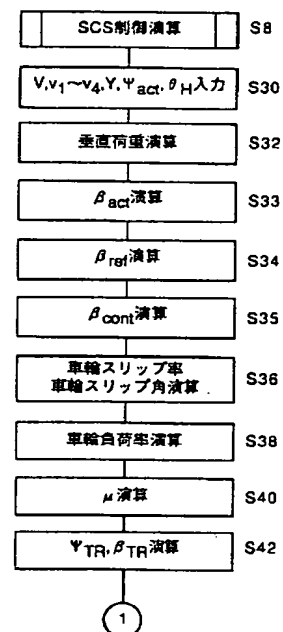
【符号の説明】

10…SCS・ECU、11…FR車輪速センサ、12…FL車輪速センサ、13…RR車輪速センサ、14…RL車輪速センサ、15…車速センサ、16…ステアリング舵角センサ、17…ヨーレートセンサ、18…横方向加速度センサ、19…前後方向加速度センサ、20…EGI・ECU、21…エンジン、22…オートマチックトランスミッション、23…スロットルバルブ、30…油圧制御ユニット、31…FRブレーキ、32…FLブレーキ、33…RRブレーキ、34…RLブレーキ、35…ブレーキ踏力圧センサ、36…加圧ユニット、37…マスタシリンダ、38…ブレーキペダル、40…TCSオフスイッチ。

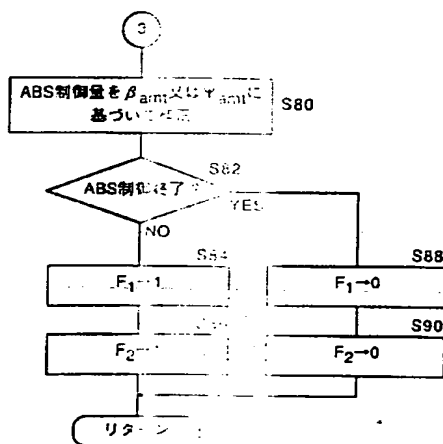
【図1】



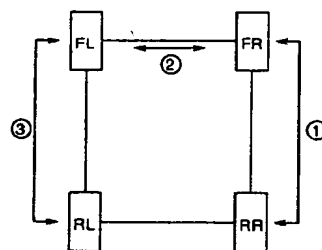
【図3】



【図6】



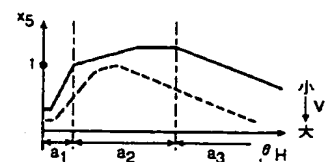
【図9】



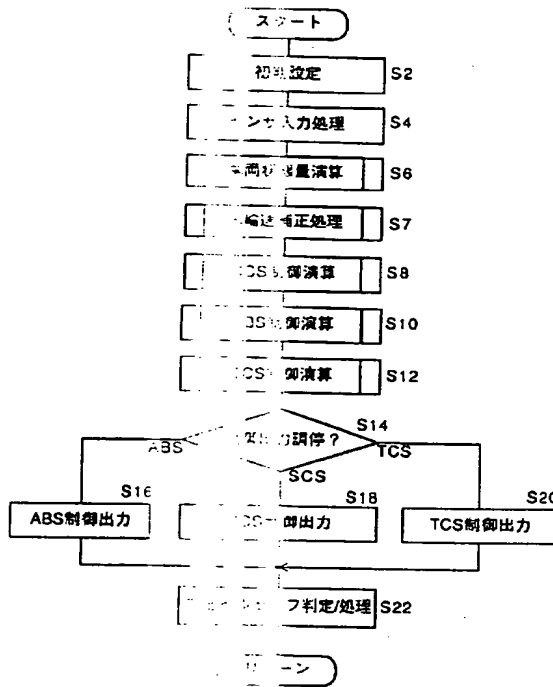
【図12】



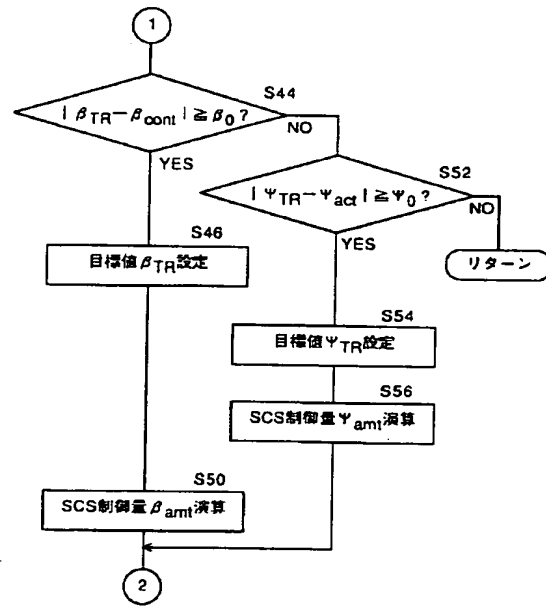
【図11】



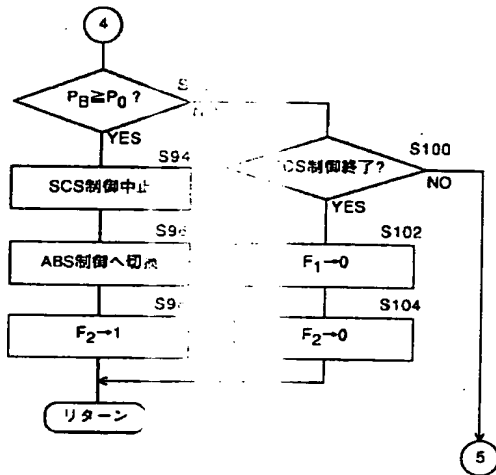
【図2】



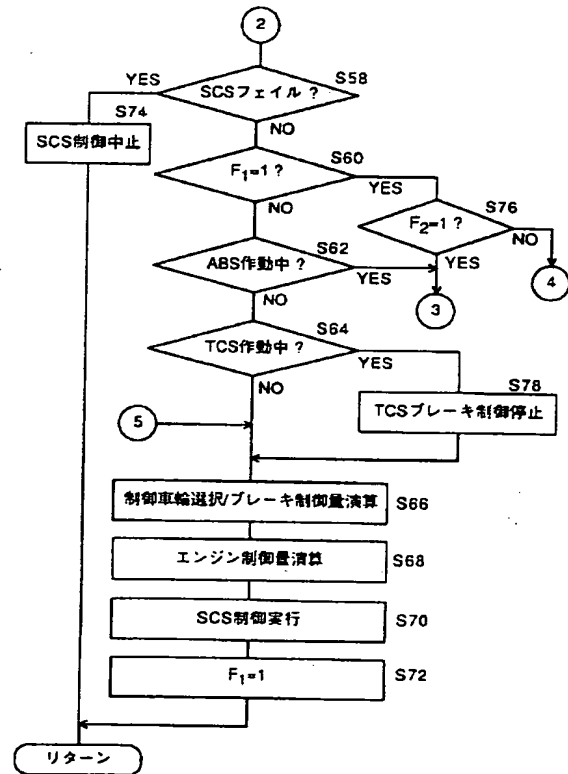
【図4】



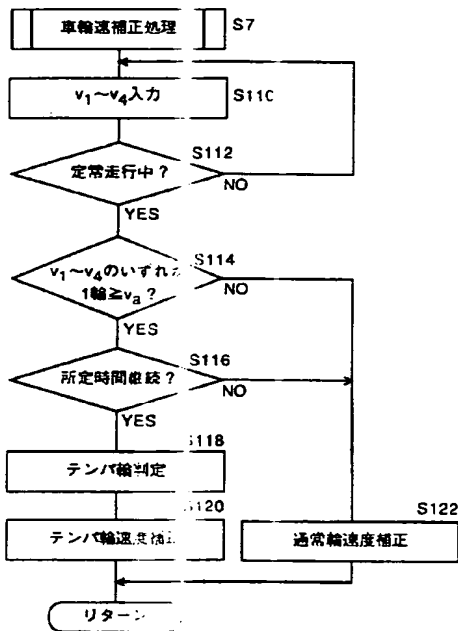
【図5】



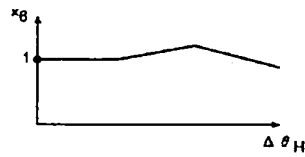
【図13】



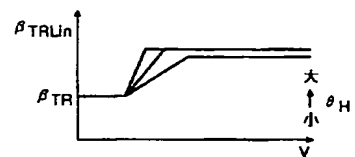
【図8】



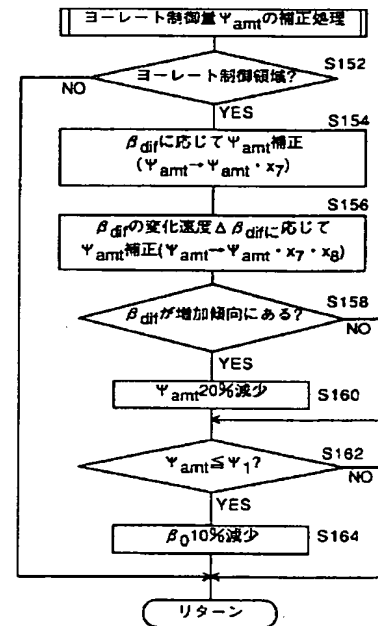
【図14】



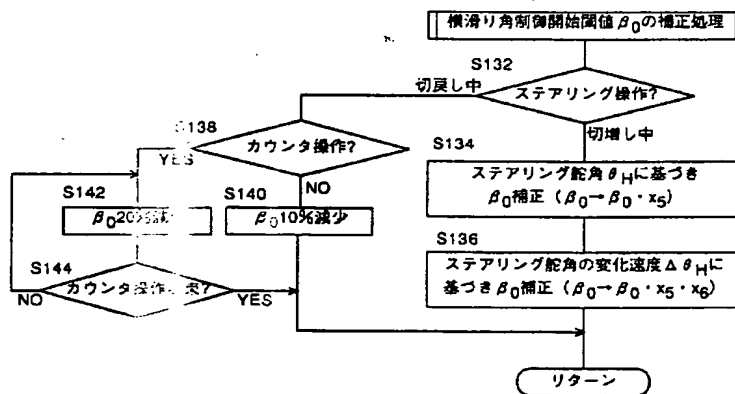
【図24】



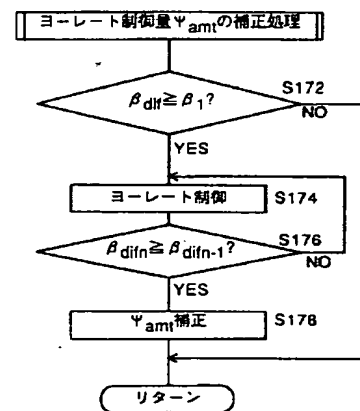
【図15】



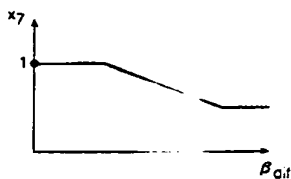
【図10】



【図18】



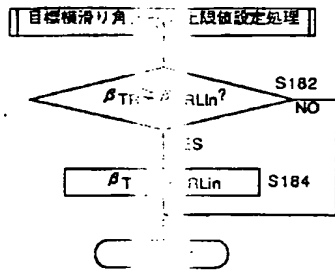
【図16】



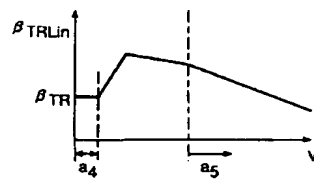
【図17】



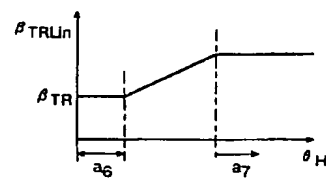
【図19】



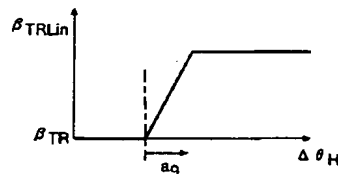
【図20】



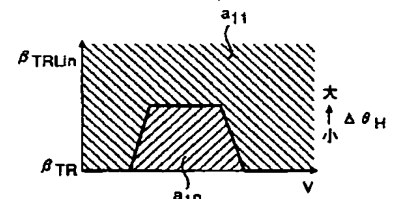
【図21】



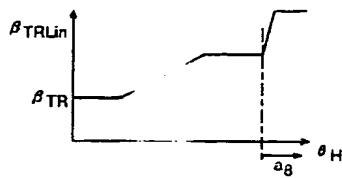
【図23】



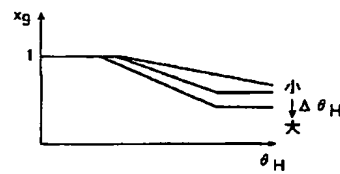
【図25】



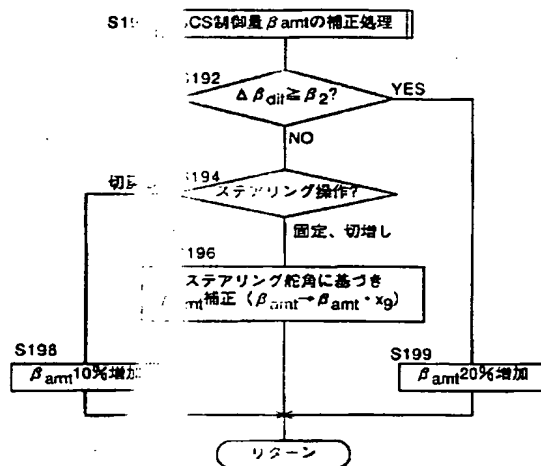
【図22】



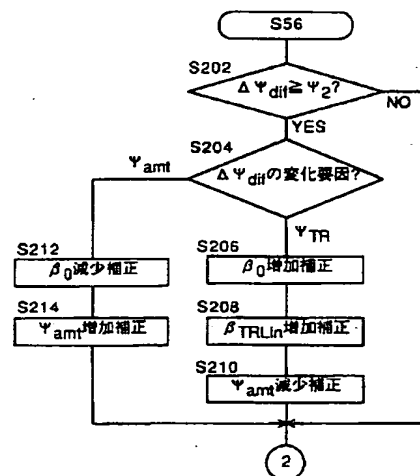
【図27】



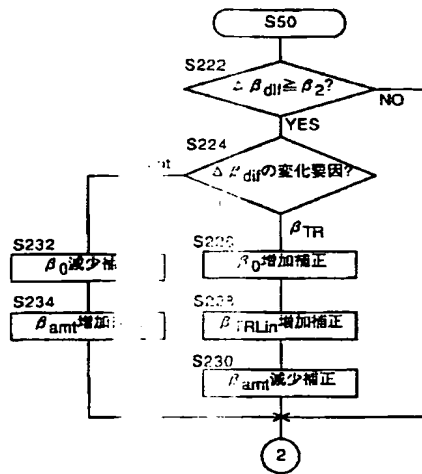
【図26】



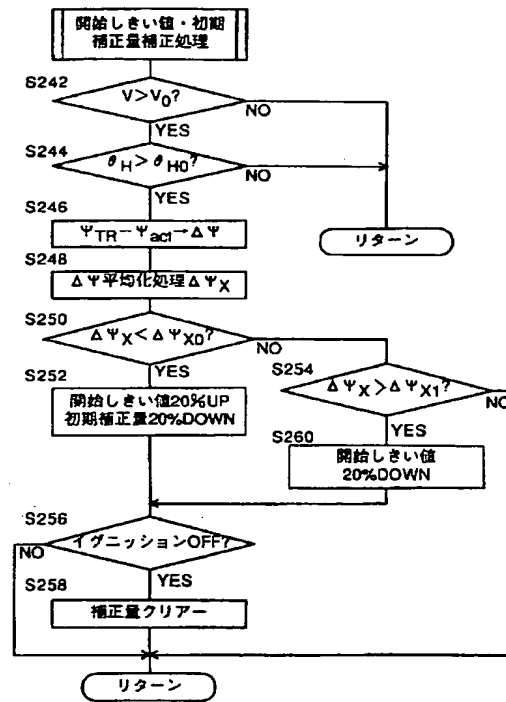
【図28】



【図29】



【図30】



フロントページ 送

(72)発明者 津 俊明  
 広 茨城県野中町新地3番1号 マツダ  
 株 社内